

**SMĚRNICE PRO STANOVENÍ MEZNÍCH STUPŇŮ
PŘETVOŘENÍ PRAVIDELNÝCH TVARŮ SOUČASTÍ
Z PLECHU**

SMĚRNICE PRO STANOVENÍ MEZNÍCH STUPŇŮ
PŘETVOŘENÍ PRAVIDELNÝCH TVARŮ SOUČASTÍ
Z PLECHU

VÝZKUMNÝ ÚSTAV TVÁŘECÍCH STROJŮ A TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ

Čechýňská 16 - Brno

SMĚRNICE PRO STANOVENÍ MÉZNÍCH STUPŇŮ PŘETVOŘENÍ
PRAVIDELNÝCH TVARŮ SOUČÁSTÍ
Z PLECHU

Na tyto směrnice se vztahují ustanovení autorského
zákona 35/65 Sb.

Ing. Jiří Tomášek

1975

O b s a h .

Směrnice obsahují údaje o maximální dosažitelné deformaci při tváření základních tvarů součástí z plechu, profilů a trubek. Tyto maximální deformace jsou uvedeny ve formě diagramů mezních stupňů přetvoření, přímo použitelných při konstrukci součástí z plechu a při přípravě jejich výroby. Diagramy mezního stupně přetvoření jsou uspořádány podle geometrického tvaru součástí a jsou stanoveny v těchto směrnících vždy pro základní technologické principy a materiál součástí.

	str.
<u>Použitelnost směrnic.</u>	
1. Úvod	5
2. Metodika stanovení směrnic	5
3. Vymezení platnosti a použitelnosti směrnic	6
4. Příklady použití	8
5. Závěr	11
<u>Diagramy mezních stupňů přetvoření</u>	tab.
Základní tvary pravidelných součástí z plechu	1
I. Duté plochy tvaru nádoby :	
Mezní stupeň tažení válcových ploch bez příruby (tažení s přidržovačem)	2
Mezní stupeň tažení válcových ploch s širokou přírubou (prvý tah)	3
Mezní stupeň tažení válcových ploch bez přidržovače (do traktrix tažnice)	4
Mezní stupeň tažení válcových ploch se ztenčením tloušťky stěny	5
Mezní stupeň tažení čtverhranných výtažků (tažení s přidržovačem)	6
Mezní stupeň tažení kuželových ploch (s přidržovačem)	7
Mezní stupeň tažení kuželových ploch (tažení bez přidržovače)	8
Mezní stupeň tažení polokoulí (tažení s přidržovačem)	9
II. Obruby a lemy :	
Mezní stupeň lemování kruhových otvorů	10-12
Mezní stupeň lemování vnitřního okraje (konvexních ploch)	13
Mezní stupeň lemování vnějšího okraje (konkávních ploch)	14
Mezní stupeň vnějšího lemování válcových ploch (lemování lisováním)	15
Mezní stupeň vnitřního lemování válcových ploch (lemování lisováním)	16

Použitelnost směrnic.

III. Zakroužené profily :	tabe
Mezní stupeň zakružování pasů na šabloně (bez předpjetí)	17
Mezní stupeň zakružování profilů na třívalcové zakružovačce (příruba ven)	18-19
Mezní stupeň zakružování profilů na třívalcové zakružovačce (příruba dovnitř)	20-21
Mezní stupeň zakružování profilů s vypínáním (příruba vně)	22-23
Mezní stupeň zakružování profilů s vypínáním (příruba dovnitř)	24-25
IV. Prolisy a výztuhy	
Mezní stupeň tažení válcových prolisů (tažení s přidržovačem)	26
Mezní stupeň tažení kuželových prolisů (tažení s přidržovačem)	27-29
Mezní stupeň tažení kulových prolisů (tažení s přidržovačem)	30
Mezní stupeň tažení lineárních prolisů	31
Mezní stupeň prosezování L profilů lisováním	32
V. Tvážené válcové plochy a trubky	
Mezní stupeň vyboulování válcových ploch gumou nebo kapalinou	33
Mezní stupeň rozšiřování válcových ploch lisováním	34
Mezní stupeň zužování válcových ploch lisováním	35
Mezní stupeň zužování válcových ploch se dnem (tažení s přidržovačem)	36
Mezní stupeň ohýbání trubek na šabloně bez trnu	37
Mezní stupeň ohýbání trubek na šabloně s trnem nebo s výplní	38-40

1. Úvod.

Tyto směrnice byly vypracovány a ověřovány ve Výzkumném ústavu tvářecích strojů a technologie tváření v letech 1970 - 1975. Účelem výzkumu, který stanovil těchto směrnic předcházet a který je umožnil bylo nalézt metodiku, s jejíž pomocí by bylo možné stanovit základní konstrukční a technologický parametr pro výrobu součástí z plechu tváření - maximálně dosažitelnou deformaci. Současné normy, směrnice a příručky pro tváření plechu uvádí v dostačující míře všechny ostatní základní technologické parametry tohoto výrobního způsobu, hranice tvářitelnosti však byla stanovitelná prakticky jen na základě zkušeností technologů a konstruktérů součástí z plechu.

Tyto směrnice umožňují stanovit hranice tvářitelnosti pro základní tvary součástí z plechu pomocí diagramů mezních stupňů přetvoření. Mezní stupeň přetvoření v těchto diagramech je vlastně hranice mezi vylisky vyrobitelnými za daných podmínek bez vzniku vady a vylisky, která bez vzniku vady nelze vyrobit. Mezní stupeň přetvoření udává maximální dosažitelné rozměrové parametry pro daný geometrický tvar, technologii a materiál. S použitím tohoto údaje je možno ustoupit při konstrukci součásti, přípravě výroby a konstrukci nástrojů od dosud běžné metody pokusu a chyby a přejít na postup efektivnější, s menším rizikem nutnosti předělávat vyrobené nástroje a zařízení z důvodů, že na nich nelze požadované součásti vyrobit.

2. Metodika stanovení směrnic.

Aby byly směrnice pro stanovení mezních stupňů přetvoření co nejnázornější a pokud možno jednoduché a jasné, byly zpracovány graficky do diagramů mezních stupňů přetvoření. Pro stanovení těchto diagramů byla použita následující metodika: Pro každý geometrický tvar plechových součástí podle tabulky 1 byly stanoveny technologické principy, jimiž je tento tvar vyrobitelný. Pro základní z těchto technologických principů

pak byly stanoveny vady, které mohou vzniknout při tváření a nejsou přitom způsobeny nevhodnými technologickými podmínkami. Tyto vady vlastně vymezují použitelnost dané technologie. Na základě rozboru těchto vad, zejména teoretickým stanovením deformací v okamžiku jejich vzniku, byly pak s využitím zákonů modelových podobnosti stanoveny souřadnice diagramů mezního stupně přetvoření z hlavních rozměrových parametrů součástí a to tak, aby v těchto souřadnicích byla dosažitelná deformace udávající mezní stupeň přetvoření vyjádřitelná jednoznačnou funkcí. Stanovením této funkce byl vlastně teoreticky stanoven mezní stupeň přetvoření.

Každý z takto stanovených diagramů mezního stupně přetvoření byl dále ověřován a zpřesňován tvářením kritických rozměrů všech uvedených tvarů buďto na zkušebních nástrojích nebo ve spolupráci s některými závody na nástrojích produkčních. Pro ověření byly využívány i údaje z technické literatury, některé diagramy jsou z odborné literatury převzaty a jsou jen formálně zpracovány a upraveny tak, aby se nelišily od diagramů ostatních. Konečnému zpracování diagramů mezních stupňů přetvoření pro tyto směrnice ještě předcházelo provozní ověřování souboru stanovených diagramů za rozdílných technologických podmínek v různých lisovnách ČSSR.

3. Vymezení platnosti a použitelnosti směrnic.

S pomocí těchto směrnic je možné stanovit maximálně dosažitelnou deformaci při tváření součástí z plechu podle tabulky 1, pro základní geometrické tvary, technologie a materiál plechu. Směrnice jsou přímo použitelné jen pro pravidelné součásti z plechu podle tab. 1, případně mohou sloužit jako určité vodítko pro tvary podobné nebo složené z těchto základních tvarů. Pro výlisky složitých tvarů, jako jsou na př. výlisky karosářské, nejsou směrnice použitelné, pro tento případ je vhodnější stanovení hranic tvářitelnosti některou z metod vycházejících z použití deformačních sítí.

Diagramy mezního stupně přetvoření byly stanoveny vždy pro konkrétní hlubokotažný plech, většinou jakosti ČSN 11 320.21. Jsou však použitelné i pro plechy, trubky a profily z jiných tvárných materiálů, prakticky pro všechny nízkouhlikové ocele jakosti ČSN 11 300 až ČSN 11 330, dále

pro tvárné austenitické nerezové jakosti ČSN 17 242 a pod., pro hliník Al 99,5 a jeho tvárné slitiny jako dural ve stavu měkkém, pro měď, mosaz Me 63 ve stavu měkkém a další materiály podobných vlastností. Při použití diagramů mezního stupně přetvoření pro tyto materiály je však nutno přihlídnout k tvářitelnosti těchto materiálů vzhledem k tvářitelnosti základního materiálu v diagramu, jímž je většinou ocel ČSN 11 320. Vhodnými charakteristikami pro toto srovnání tvářitelnosti jsou na př. veličiny tažnost, mez kluzu a mez pevnosti, resp. jejich vzájemný poměr nebo rozdíl. U materiálů s vyšší tvářitelností, jako je např. ocel pro zvlášť hluboké tažení ČSN 11 305, měď nebo mosaz je možno počítat s přiměřeným zvýšením mezního stupně přetvoření, většinou v rozsahu 5 až 10%, naopak u materiálů méně tvárných, jako jsou některé duraly nebo ocelové plechy jakosti kolem ČSN 11 330, je nutno počítat se snížením mezního stupně přetvoření vzhledem k materiálu ČSN 11 320, v některých případech až o 10%.

Diagramy mezního stupně přetvoření v těchto směrnících byly stanoveny za konkrétních podmínek, z nichž ty nejdůležitější jsou u diagramů uvedeny poznámkou. Ověřování bylo prováděno na tloušťkách plechů převážně 0,4 - 1,5 mm, výjimečně do 3-5 mm tloušťky plechu. Ty podmínky, které v diagramech uvedeny nejsou, byly voleny jako optimální. Týká se to na př. u diagramů mezního stupně přetvoření čtverhranných výtažků tažených s přidržovačem velikosti a tvaru přístříhu, poloměru zaoblení tažené hrany, přidržovacího flaku a podobně.

Hodnoty mezních stupňů přetvoření, jak jsou uvedeny v jednotlivých diagramech není možno chápat jako absolutní. Křivky byly stanoveny pro hlubokotažné materiály běžné, přibližně průměrné kvality - většinou plech ČSN 11 320.21. Podle normy má tento plech minimální tažnost 28 %, většinou se však ve skutečnosti pohybuje kolem 35 %, někdy i přes 45 %. Stejný rozptyl vykazují i další mechanické vlastnosti, charakterizující tvářitelnost plechu, jako je mez kluzu a mez pevnosti. V provozu lisovny se tato skutečnost projeví tak, že při stejných podmínkách mohou být při dodání zvlášť kvalitního plechu maximálně dosažitelné deformace i podstatně vyšší než

je uvedeno v diagramech nebo naopak při zpracování plechu s tvářitelností, tloušťkovými tolerancemi a drsností povrchu nepříznivými i když ještě vyhovují ČSN, nedosáhneme takového stupně deformace, který tyto směrnice uvádí jako hraniční. Z toho důvodu nelze doporučit pro výrobu takový stupeň deformace, který leží na křivce mezního stupně přetvoření ale je žádoucí, aby z důvodů malé zmetkovitosti ležela deformace co nejvíce pod čarou mezního stupně přetvoření, v oblasti dobrých dílců. Vzdálenost této deformace od křivky mezního stupně přetvoření představuje určitou rezervu a současně jistotu, že bude tvářeni úspěšné.

K otázce platnosti diagramů mezního stupně přetvoření je nutno dále uvést, že tak, jak jsou uvedeny ve směrnících, odpovídají běžným provozním podmínkám při dodržení základních zásad optimálních podmínek k tvářeni. Určitými technologickými zásahy, vytvořením ideálních, téměř laboratorních podmínek je možno mezní stupeň přetvoření zvýšit, na př. použitím kónického přídržovače při hlubokém tažení válcových výtažků o 10-15 % nebo kulovým zaoblením rohů tažníku pro tažení čtverhranných výtažků o 20 - 35 %. Podobných technologických zásahů, zvyšujících dosažitelnou deformaci u jednotlivých tvarů a technologií je celá řada. Naopak při nesprávných technologických podmínkách, jako je na př. obdélníkový tvar přístřihu pro tažení čtverhranného výtažku, bude deformace odpovídající meznímu stupni přetvoření podle těchto směrnic nedosažitelná.

Mimo stanovení maximálně dosažitelné deformace pro daný tvar součásti, technologii a materiál dává průběh křivky mezního stupně přetvoření i přímý návod, jak změnit tvar součásti, případně tloušťku plechu nebo jakost materiálu, nespadá-li navržená součást do oblastí dílců výrobitelných v jedné operaci. V tomto směru představují tyto směrnice základní pomůcku pro technologičnost tvaru součástí z plechu.

4. Příklady použití směrnic.

Příklad 1.

Je potřeba vytáhnout čtvercový výtažek 400x400 mm o výšce $h = 100$ mm z plechu ČSN 11 320 o tloušťce $s = 1$ mm, maximálně přípustný poloměr zaoblení rohů i dna je $r = 40$ mm.

Je-li tento výtažek výrobitelný hlubokým tažením s přídržovačem v jedné operaci zjistíme s pomocí tab. 6 takto :

Ze zadaných rozměrů výtažku vyplývá :

$$\frac{r}{s} = \frac{40}{1} = 40$$

$$\frac{h}{r} = \frac{100}{40} = 2,5$$

Bod o souřadnicích $\frac{r}{s} = 40$; $\frac{h}{r} = 2,5$ leží v diagramu na tabulce 6 v oblasti tažení na 1 operaci, v dostatečné vzdálenosti od křivky mezního stupně přetvoření. Požadovaný výtažek je tedy výrobitelný v 1 operaci bez vzniku vady.

Příklad 2.

Je potřeba vytáhnout polokouli o průměru $d = 130$ mm o tloušťce $s = 1$ mm hlubokým tažením s přídržovačem z materiálu zvlášť hlubokotažný ocelový plech jakosti ČSN 11 305.

Je-li tento výtažek výrobitelný na 1 operaci zjistíme s pomocí tabulky 9 takto :

Ze zadaných rozměrů výtažku vyplývá :

$$\frac{d}{s} = \frac{130}{1} = 130$$

Bod o souřadnici $\frac{d}{s} = 130$ leží v diagramu na tabulce 9 v oblasti tažení na více operací a požadovaná polokoule není běžně výrobitelná na jeden zdvih ani z uvedeného plechu špičkové jakosti. Lze předpokládat vznik zvlnění, odstranitelného např. kovotlačením po tažení, nebo je nutno odstupňovat tažení do dvou tahů.

Nezáleží-li však na přesnosti polokoule $d = 130$ mm s tolerancí nižší než 2 mm, můžeme při hlubokém tažení současně táhnout ze dvou přístřihů uložených na sobě, čímž zvětšíme tloušťku na dvojnásobek, na $s = 2$ mm. V tomto případě je

$$\frac{d}{s} = \frac{130}{2} = 65$$

Bod o souřadnici $\frac{d}{s} = 65$ leží v diagramu na tabulce 9 v oblasti tažení na jednu operaci. V jednom zdvíhu tedy můžeme

vyrobit dvě polokoule bez vzniku vady, jejich průměry se liší o 2 mm, o dvojnásobek tloušťky plechu. Protože bod $\frac{d}{s} = 65$ leží v dostatečné vzdálenosti od hodnoty mezního přetvoření v oblasti tažení na jednu operaci, není nutno používat plech ČSN 11 305 ale je možno použít levnější plech obvyklé kvality na př. ČSN 11 320.21.

Příklad 3.

Je potřeba zakroužit L profil HxBxS = 20 x 20 x 2 mm z materiálu dural ČSN 42 4201 ve stavu měkkém poloměrem křivosti R = 40 mm, přírubou vně na zakružovačce s tahovým předjetím. Je-li tato součást vyrobitelná zjistíme pomocí diagramu na tab. 22 stanovením hodnot :

$$\frac{H}{S} = \frac{20}{2} = 10$$

$$\frac{H}{R} = \frac{20}{40} = 0,5$$

Bod o souřadnicích $\frac{H}{S} = 10$; $\frac{H}{R} = 0,5$ leží v diagramu na tabulce 22 v oblasti vadných dílců a požadovaná součást je tedy touto technologií nevyrobitelná. Z tab. 22 je zřejmé, jaké konstrukční úpravy na součásti je nutno provést, aby byla vyrobitelná. V zásadě jsou tři možnosti :

a) Snížením výšky profilu z 20 mm na hodnotu H = 15 mm se dostaneme v diagramu tab. 22 do oblasti

$$\frac{H}{S} = \frac{15}{2} = 7,5$$

$$\frac{H}{R} = \frac{15}{40} = 0,375$$

Bod o těchto souřadnicích leží na tab. 22 v oblasti dobrých dílců avšak ve vyšrafované oblasti těsně u křivky mezního stupně přetvoření, kde je možné vyšší zmetkovitost nebo je nutno počítat s větší ruční prací na odstranění opravitelných vad.

b) Jiná úprava spočívá ve zvětšení poloměru křivosti R z hodnoty 40 mm na hodnotu R = 70 mm při zachování ostatních

rozměrů součástí. V tomto případě je

$$\frac{H}{S} = \frac{20}{2} = 10$$

$$\frac{H}{R} = \frac{20}{70} = 0,286$$

Bod o těchto souřadnicích leží v diagramu tab. 22 v oblasti dobrých dílců v dostatečné vzdálenosti od křivky mezního stupně přetvoření a součást je po této úpravě tvaru vyrobitelná bez nebezpečí vzniku vad.

c) Třetí možnost spočívá ve snížení výšky profilu při současném zvětšení poloměru křivosti na př. na hodnoty H = 17 mm; R = 55 mm.

Bod o souřadnicích

$$\frac{H}{S} = \frac{17}{2} = 8,5$$

$$\frac{H}{R} = \frac{17}{55} = 0,31$$

leží v diagramu tab. 23 v oblasti dobrých dílců a součást je po této úpravě tvaru a rozměrů vyrobitelná bez nebezpečí vzniku vad.

5. Závěr.

Protože je předpoklad, že tyto směrnice budou postupně rozšiřovány o další geometrické tvary součástí z plechu, technologické principy a materiály, obracíme se na uživatele těchto směrnic s žádostí o sdělení zkušeností s těmito směrnicemi v praxi a o sdělení jakýchkoliv údajů, rozšiřujících možnosti použití směrnic, jako jsou zkušenosti s různými materiály, technologickými principy, geometrickými tvary výlisků, rozměry a podobně.

Adresa :

Výzkumný ústav tvářecích strojů a technologie tváření
Výzkum technologie tváření plechů
Čechyňská 16
66273 B r n o

ZÁKLADNÍ TVARY PRAVIDELNÝCH SOUČÁSTÍ Z PLECHU

DUTÉ PLOCHY TVARU NÁDOBY

VÁLCOVÝ VÍTAŽEK BEZ PŘÍRUBY	VÁLCOVÝ VÍTAŽEK S PŘÍRUBOU	ČTVERCOVÝ VÍTAŽEK	KUŽELOVÝ VÍTAŽEK	POLOKULOVÝ VÍTAŽEK

OBRUBY A LEMY

LEM KRUHOVÉHO OTVORU	LEM VNITŘ. ZAKR. ROVINNÉ PLOCHY	LEM VNEJŠ. ZAKR. ROVINNÉ PLOCHY	VNĚJŠÍ LEM VÁLC. PLOCHY	VNITŘNÍ LEM VÁLC. PLOCHY

ZAKROUŽENÉ PROFILY

MEZIKRUHOVÁ PLOCHA	ZAKROUŽENÝ ÚHEL NÍK U STOJINOU DOVNITŘ	ZAKROUŽENÝ ÚHEL NÍK U STOJINOU VNĚ	ZAKROUŽENÝ ÚHELNÍK L DOVNITŘ	ZAKROUŽENÝ ÚHELNÍK L VNĚ

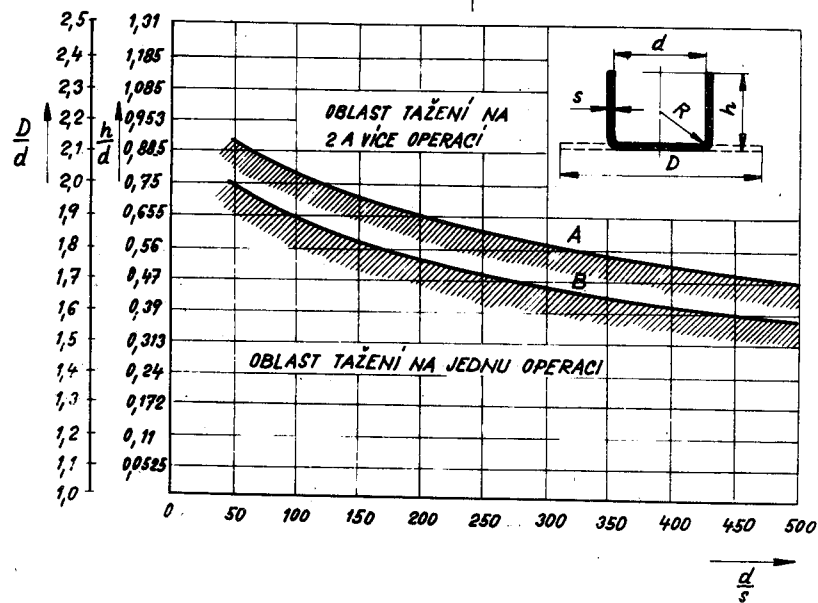
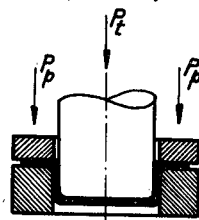
PROLISY A VÝZTUHY

VÁLCOVÝ PROLIS	KUŽELOVÝ PROLIS	PROLIS TVARU KUL. VRCHLÍKU	LINEARNÍ PROLIS	OSAZENÝ ÚHELNÍK

TVÁŘENÉ VÁLCOVÉ PLOCHY

VYBOULENÁ VÁLC. PLOCHA	ROZŠÍŘENÍ VÁLC. PLOCHY	ZÚŽENÍ VÁLC. PLOCHY	ZÚŽENÍ VÁLC. PLOCHY SE DNEM	OHNUTÁ TRUBKA

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ VÁLCOVÝCH PLOCH BEZ PŘÍRUBY
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVÁČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK

KŘIVKA A: HLUBOKOTAŽNÝ OCEL. PLECH VYSOKÉ KVALITY TYPU ČSN 1130S A POD.

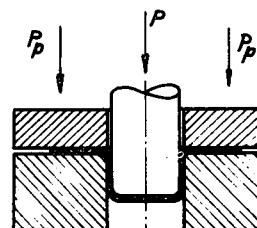
B: HLUBOKOTAŽNÝ OCEL. PLECH OBVYKLÉ KVALITY, TYPU ČSN 11320 A POD.

$s = 0,4 \div 3 \text{ mm}$

$d = 30 \div 500 \text{ mm}$

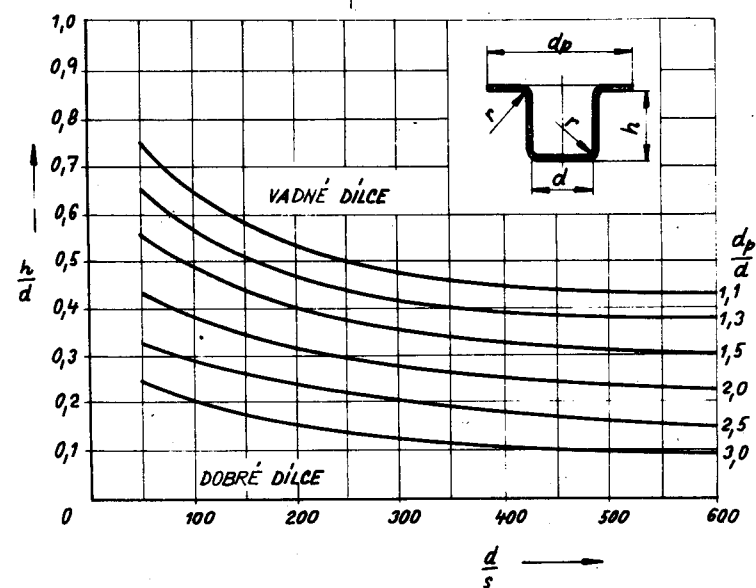
TAB. 2

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ VÁLCOVÝCH PLOCH S ŠÍROKOU PŘÍRUBOU
PRVÝ TAH



PŘIBLIŽNÁ VELIKOST PŘÍSTŘIHU

$$D = \sqrt{d p^2 + 4 d h}$$



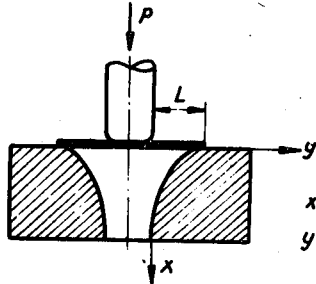
STANOVENO ZA PODMÍNEK

MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÁ OCEL TYPY ČSN 11320 A POD. PRO OCELE ZVLÁŠT'
HLUBOKOTAŽNÉ TYPY ČSN 1130S A POD. JSOU HODNOTY 0,5-10% VYŠŠÍ

$r = 10 \div 15 s$, PRO $r = 4 \div 8 s$ JSOU HODNOTY $\frac{h}{d}$ 0 10% NÍŽŠÍ

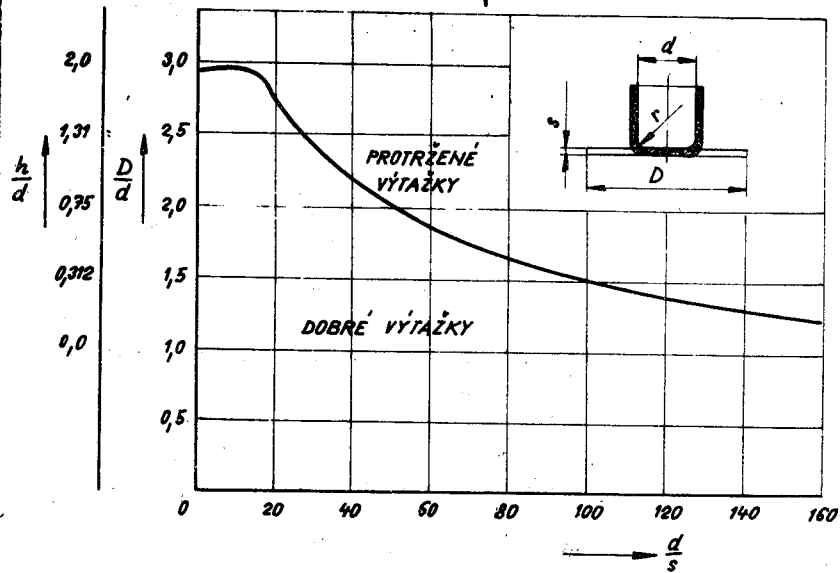
TAB. 3

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ VÁLCOVÝCH PLOCH BEZ PŘÍDRŽOVAČE
(DO TRAKTRIK TAŽNICE)



$$x = L(t - t \cos ht)$$

$$y = \frac{L}{\cos ht}$$



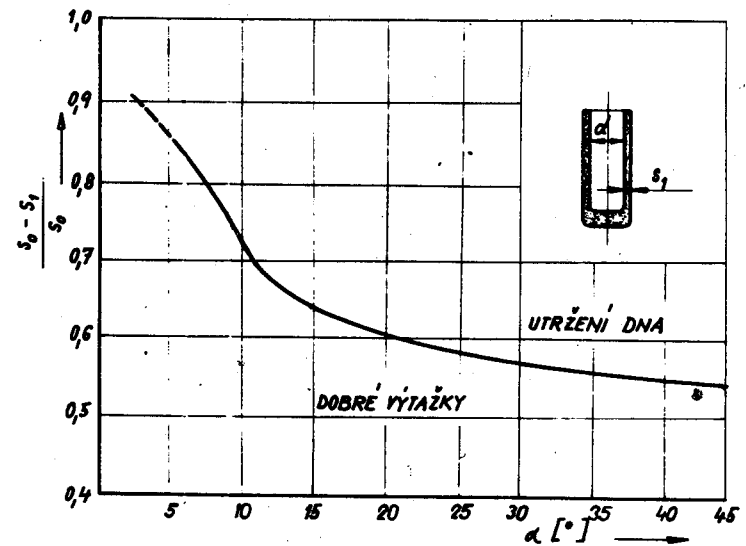
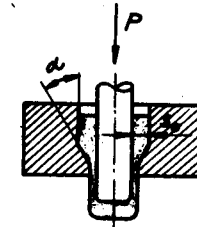
STANOVENO ZA PODMÍNEK

MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÉ OCELE TYPY ČSN 11305, 11320 A POD.

$d = 20 \div 100 \text{ mm}$

TAB. 4

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ VÁLCOVÝCH PLOCH SE ZTENCŇENÍM
TLOUŠTKY STĚNY

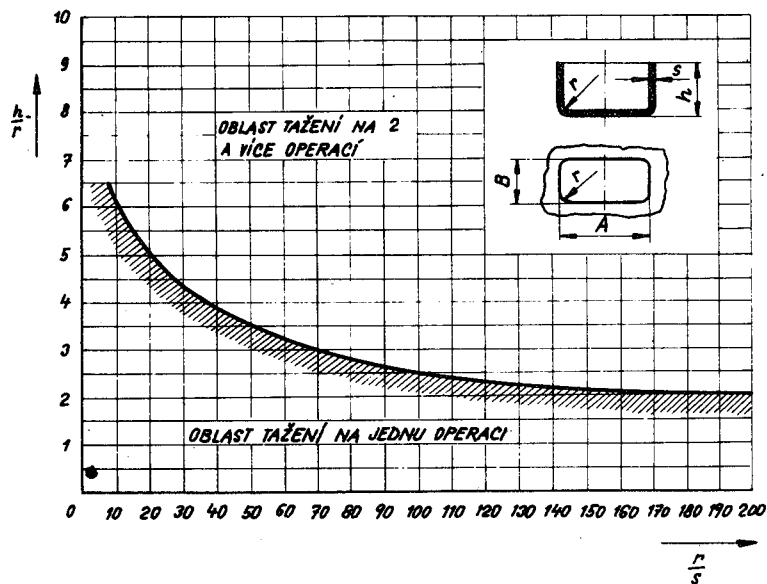
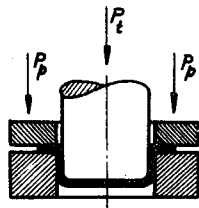


STANOVENO ZA PODMÍNEK

HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPY ČSN 11320 A POD,
FOSFÁTOVÁNO, MAZÁNO STEARANEM SODNÝM

TAB. 5

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ ČTVERHRANNÝCH VÝTAŽKŮ
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK

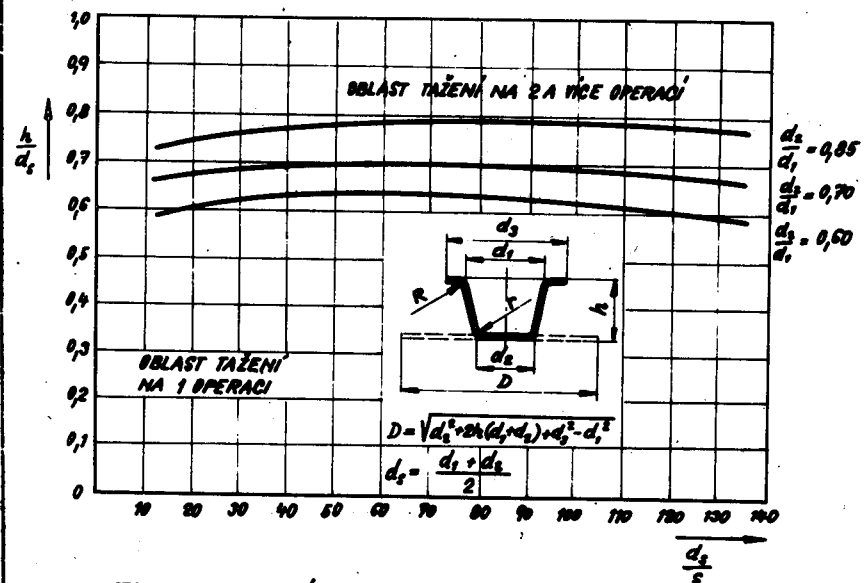
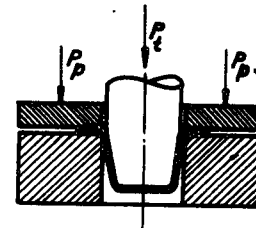
HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD.

$$B \geq 10r$$

$$s = (0,4 \div 1,5) \text{ mm}$$

TAB. 6

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ KUŽELOVÝCH PLOCH
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK

MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ PLECH OCELOVÝ TYPU ČSN 11320 A POD.

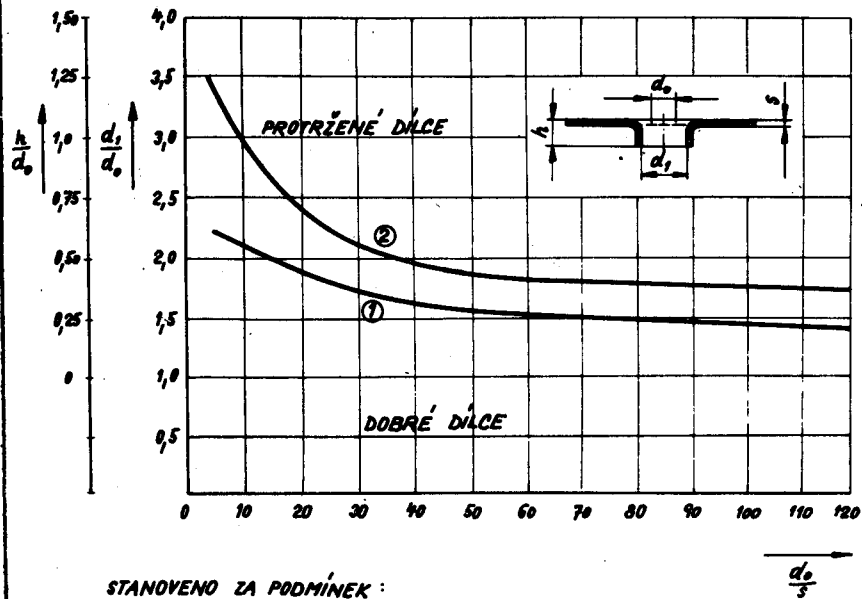
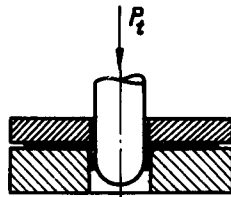
$$s = (0,5 \div 1,5) \text{ mm}$$

$$r = 5 \div 10s$$

$$R = 5 \div 10s$$

TAB. 7

MEZNÍ STUPEŇ LEMOVÁNÍ KRUHOVÝCH OTVORŮ



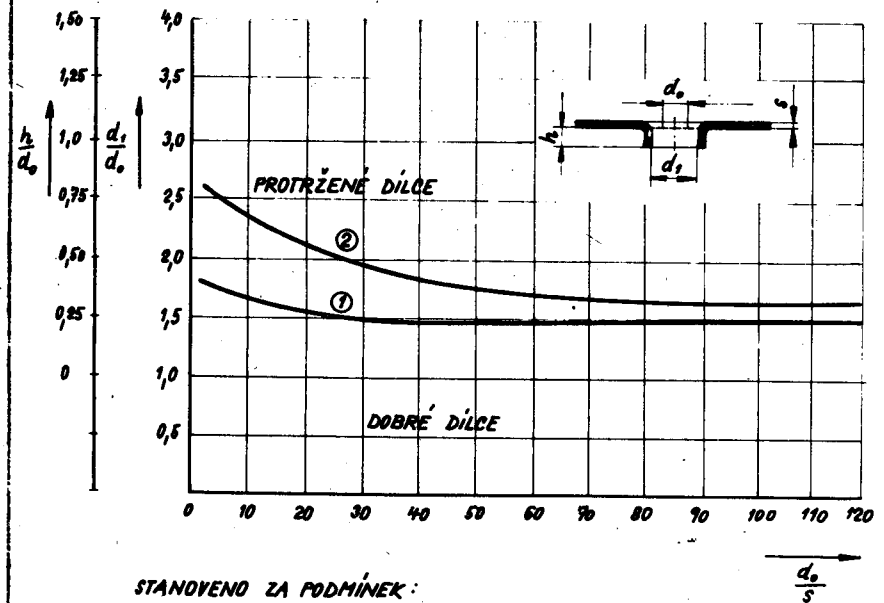
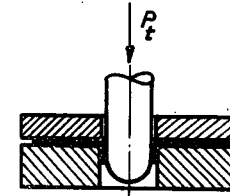
STANOVENO ZA PODMÍNEK:

MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A PoD.

- ①.... LEMOVANÝ OTVOR VYSTRŽEN
- ②.... LEMOVANÝ OTVOR VRTANÝ A ZAČIŠTĚNÝ

TAB. 10

MEZNÍ STUPEŇ LEMOVÁNÍ KRUHOVÝCH OTVORŮ



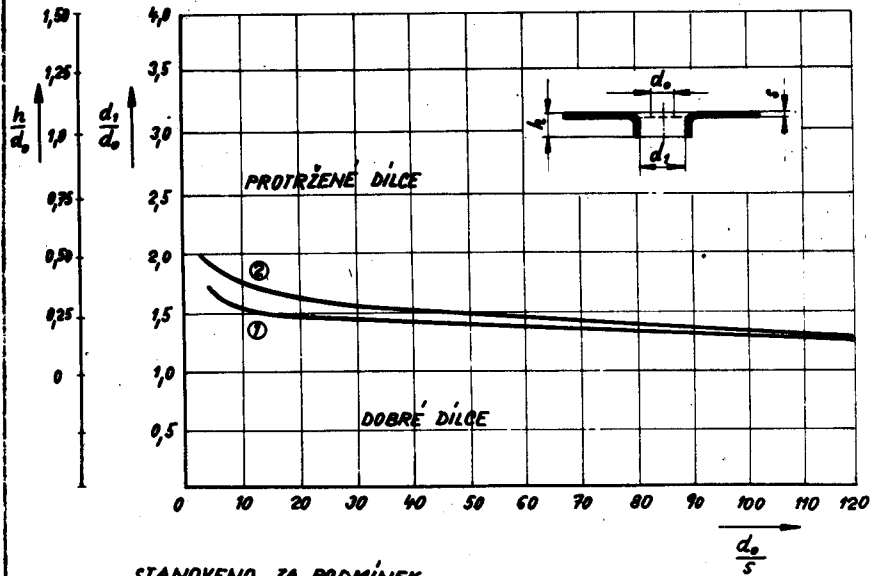
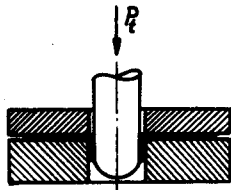
STANOVENO ZA PODMÍNEK:

MATERIÁL: AL 99,5 MĚKKÝ - ČSN 42 4005

- ①.... LEMOVANÝ OTVOR VYSTRŽEN
- ②.... LEMOVANÝ OTVOR VRTANÝ A ZAČIŠTĚNÝ

TAB. 11

MEZNI STUPEŇ LEMOVÁNÍ KRUHOVÝCH OTVORŮ



STANOVENO ZA PODMÍNEK

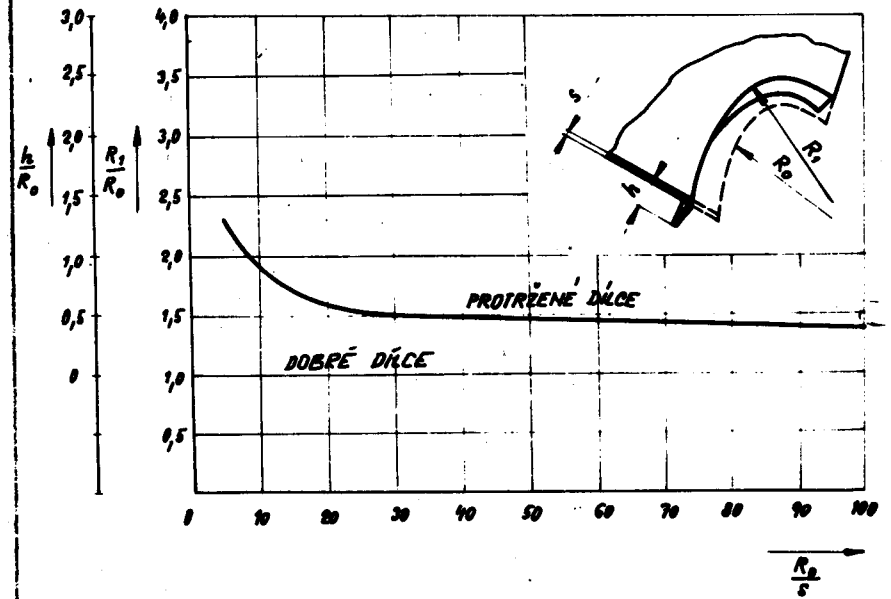
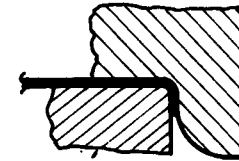
MATERIÁL: AL 99,5 TVRDÝ - ČSN 42 4005

① ... LEMOVANÝ OTVOR VYSTRŽEŇ

② ... LEMOVANÝ OTVOR VRTANÝ A ZAČIŠŤENÝ

TAB. 12

MEZNI STUPEŇ LEMOVÁNÍ VNITŘNÍHO OKRAJE
(KONVEXNÍCH PLOCH)



STANOVENO ZA PODMÍNEK

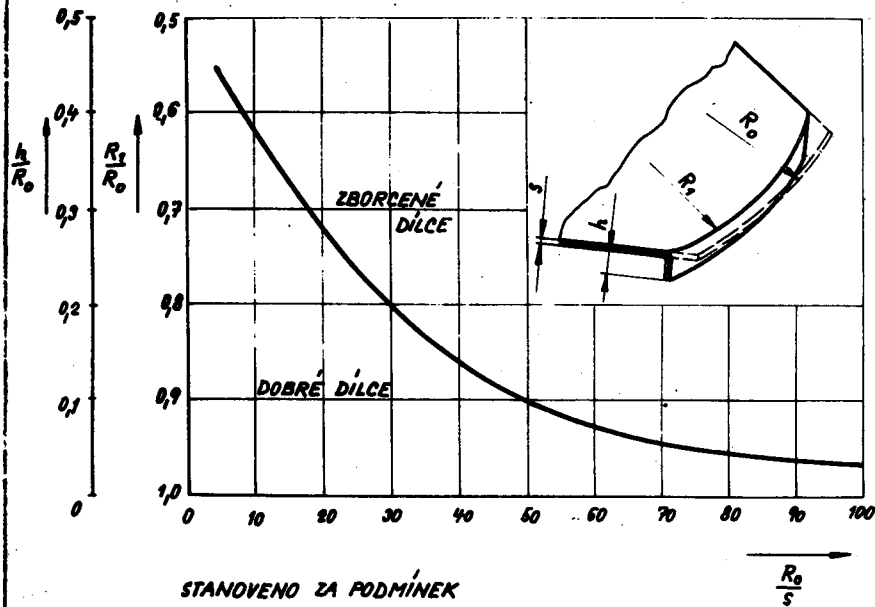
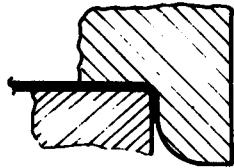
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD.

LEMOVANÝ OKRAJ STŘÍHANÝ

LEMOVÁNO LISOVÁNÍM

TAB. 13

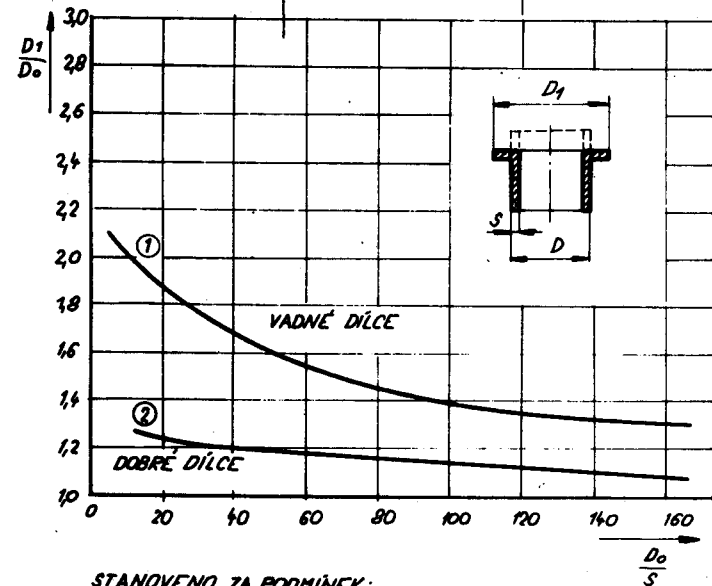
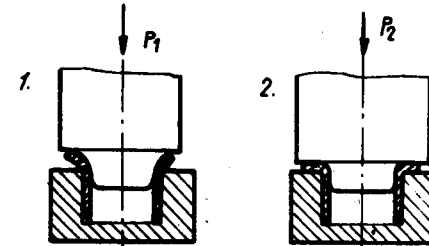
MEZNÍ STUPEŇ LEMOVÁNÍ VNĚJŠÍHO OKRAJE
(KONKÁVNÍCH PLOCH)



STANOVENO ZA PODMÍNEK
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCEL PLECH TYPU ČSN 11320 A. POD.
LEMOVÁNO LISOVÁNÍM

TAB. 14

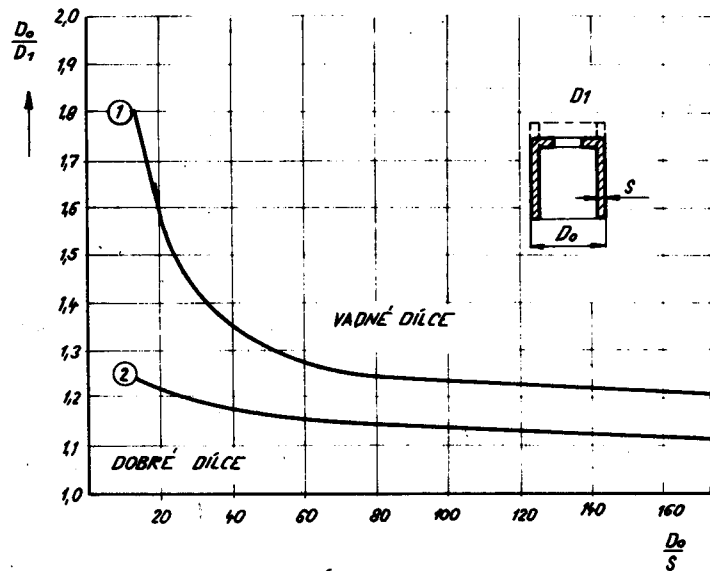
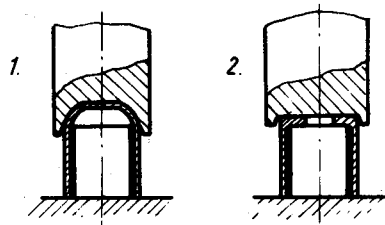
MEZNÍ STUPEŇ VNĚJŠÍHO LEMOVÁNÍ VÁLCOVÝCH PLOCH
(LEMOVÁNÍ LISOVÁNÍM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK:
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÁ OCEL TYPU ČSN 11320 A. POD.
LEMOVANÝ OKRAJ PO OSTRÍŽENÍ ZAČISTĚN
① VÁLCOVÝ POLOTOVAR VÍŽÍHANÝ
② VÁLCOVÝ POLOTOVAR PO TAŽENÍ NEŽÍHANÝ

TAB. 15

MEZNÍ STUPEŇ VNITŘNÍHO LEMOVÁNÍ VÁLCOVÝCH PLOCH
(LEMOVÁNÍ LISOVÁNÍM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

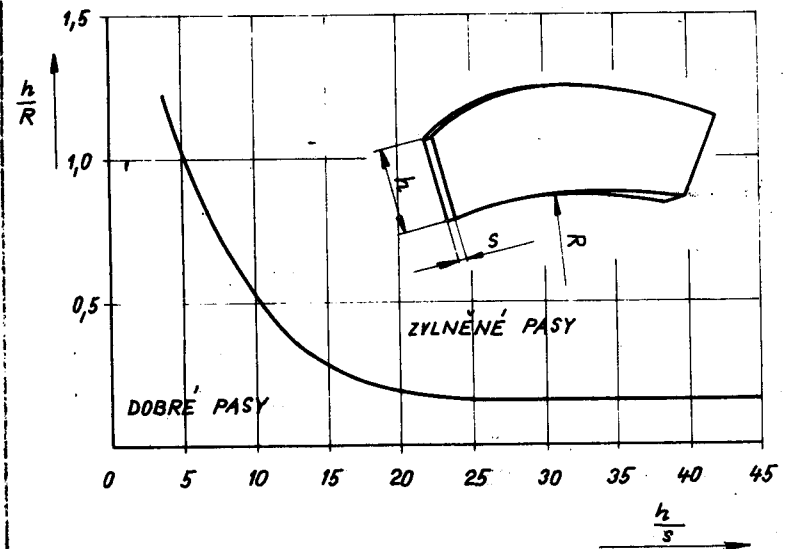
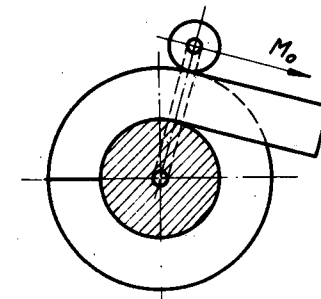
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A'POD.

① VÁLCOVÝ POLOTOVAR PŘED LEMOVÁNÍM VYŽÍHÁNÍ

② VÁLCOVÝ POLOTOVAR PO TAŽENÍ NEŽÍHÁNÍ

TAB. 16

MEZNÍ STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PASŮ NA ŠABLONĚ (BEZ PŘEDPĚTÍ)



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

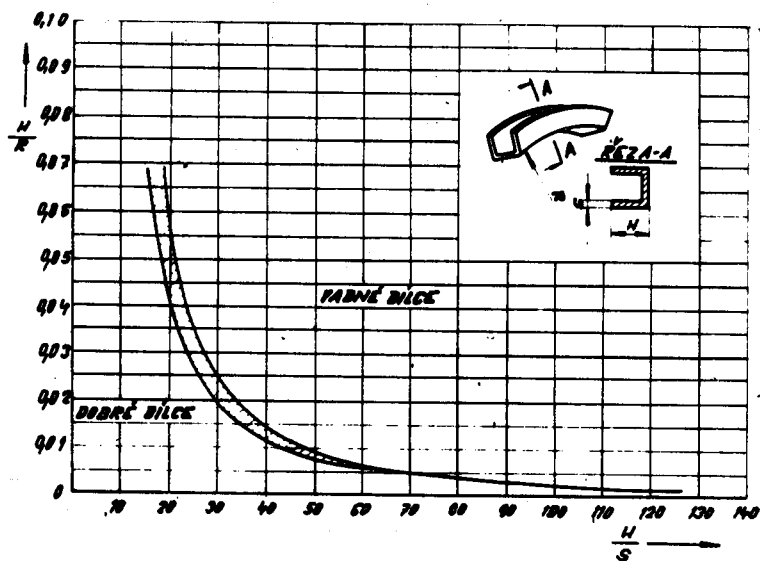
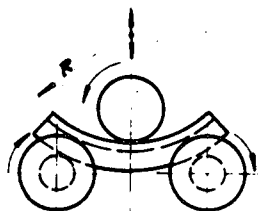
$h = 10 - 40 \text{ mm}$

$s = 0,65 \div 10 \text{ mm}$

MATERIÁL: ČSN 11373

TAB. 17

MEZNI STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PROFILŮ NA TRIVÁLCOVÉ ZAKRUŽOVAČCE
(PŘÍRUBA YEN)



PLATÍ PRO MATERIÁL:

BURL ČSN 424201

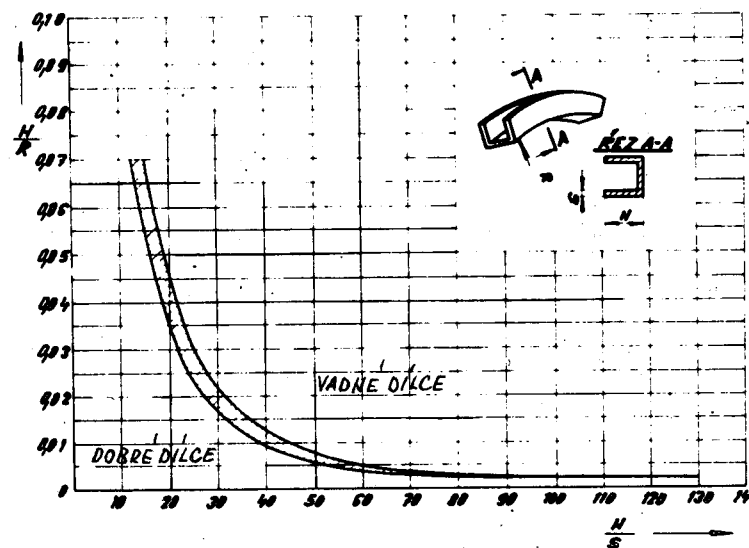
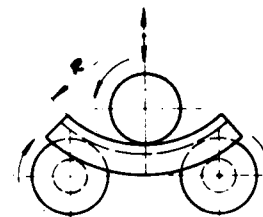
ČSN 424203

PLATÍ PRO PROFILY L, U A PODOBNÉ

VYŠRAFOVANÁ OBLAST VYŽADUJE VĚTŠÍ RUČNÍ PRÁCI

TAB. 18

MEZNI STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PROFILŮ NA TRIVÁLCOVÉ
ZAKRUŽOVAČCE (PŘÍRUBA YEN)



PLATÍ PRO MATERIÁL:

NEREZ ČSN 17241

ČSN 17246

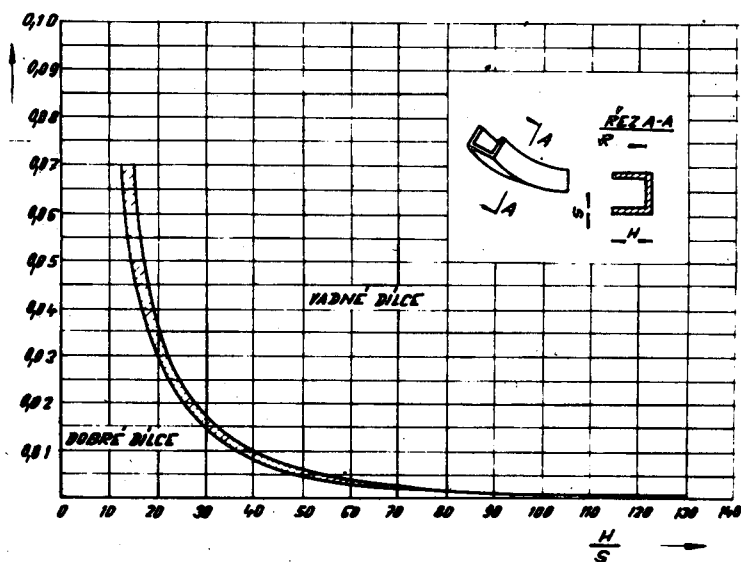
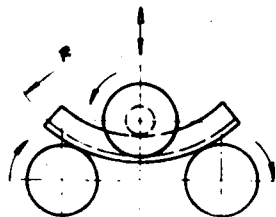
ČSN 17252

PLATÍ PRO PROFILY L, U A PODOBNÉ

VYŠRAFOVANÁ OBLAST VYŽADUJE VĚTŠÍ RUČNÍ PRÁCI

TAB. 19

MEZNI STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PROFILŮ NA TŘÍVÁLCOVÉ ZAKRUŽOVAČCE
(PŘÍRUBA DOVNITŘ)



PLATÍ PRO MATERIÁL:

DURAL, ČSN 434301

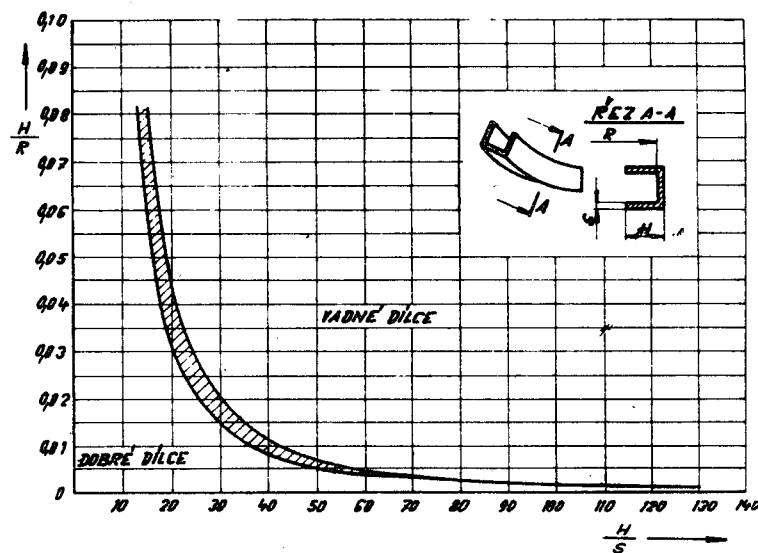
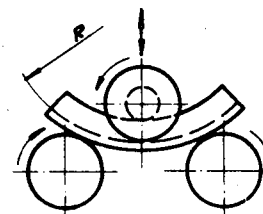
ČSN 434303

PLATÍ PRO PROFILY L, U A PODOBNÉ

VYŠRAFOVANÁ OBLAST VYŽADUJE VĚTŠÍ RUČNÍ PRÁCI

TAB. 20

MEZNI STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PROFILŮ NA TŘÍVÁLCOVÉ ZAKRUŽOVAČCE
(PŘÍRUBA DOVNITŘ)



PLATÍ PRO MATERIÁL:

NEREZ ČSN 17241

ČSN 17246

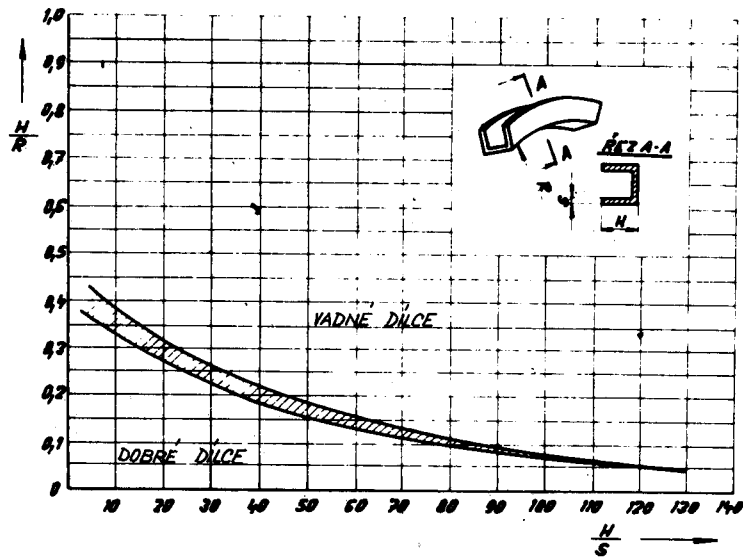
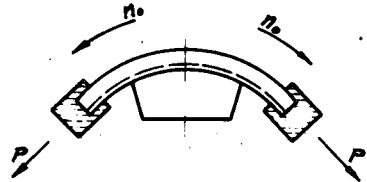
ČSN 17252

PLATÍ PRO PROFILY L, U A PODOBNÉ

VYŠRAFOVANÁ OBLAST VYŽADUJE VĚTŠÍ RUČNÍ PRÁCI

TAB. 21

MEZNI STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PROFILŮ S VYPÍNÁNÍM
(PŘÍRUBA VNĚ)



PLATÍ PRO MATERIÁL:

DURAL ČSN 424201

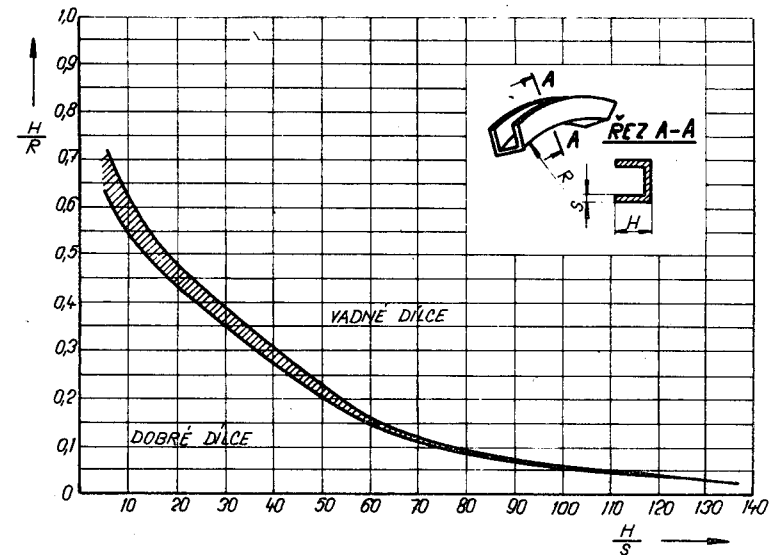
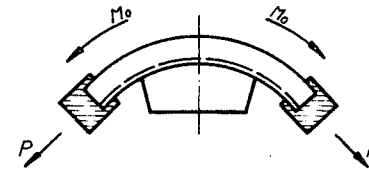
ČSN 424203

PLATÍ PRO PROFILY L, U A PODOBNÉ

VYŠRAFOVANÁ OBLAST VYŽADUJE VĚTŠÍ RUČNÍ PRÁCI

TAB. 22

MEZNI STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PROFILŮ S VYPÍNÁNÍM
(PŘÍRUBA VNĚ)



PLATÍ PRO MATERIÁL:

NEREZ ČSN 17241

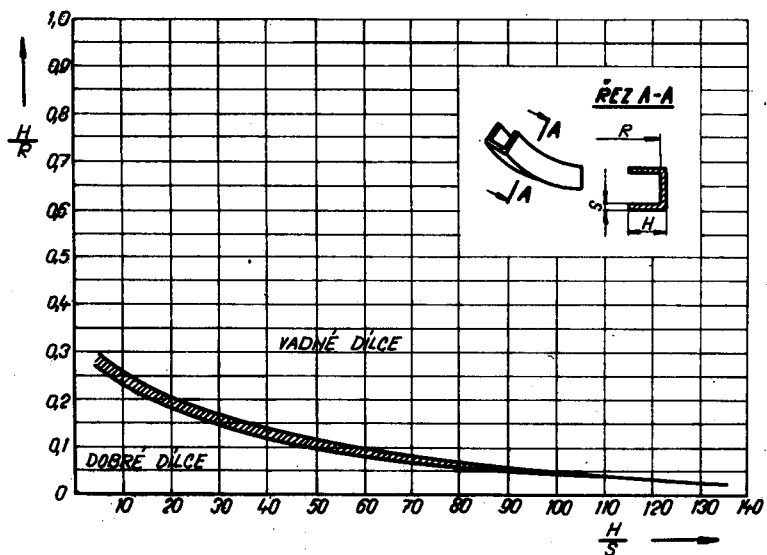
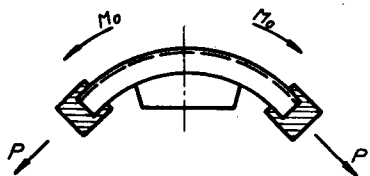
ČSN 17246

PLATÍ PRO PROFILY L, U A PODOBNÉ

VYŠRAFOVANÁ PLOCHA VYŽADUJE VĚTŠÍ RUČNÍ PRÁCI

TAB. 23

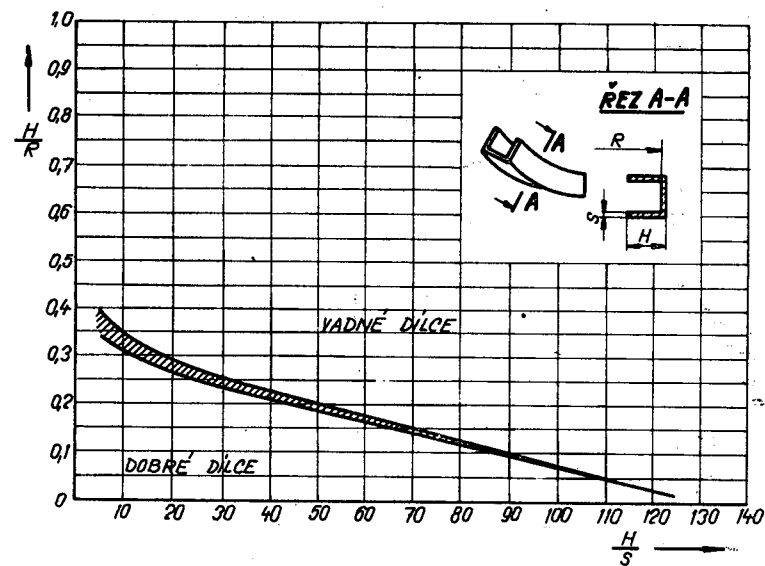
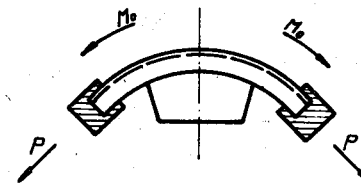
MEZNÍ STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PROFILŮ S VYPÍNÁNÍM
(PŘÍRUBA DOVNITŘ)



PLATÍ PRO MATERIÁL:
DURAL ČSN 424201
ČSN 424203
PLATÍ PRO PROFILY L, U A PODOBNÉ
VYSRAFOVANÁ PLOCHA VYŽADUJE VĚTŠÍ RUCNÍ PRÁCI

TAB. 24

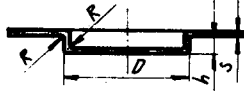
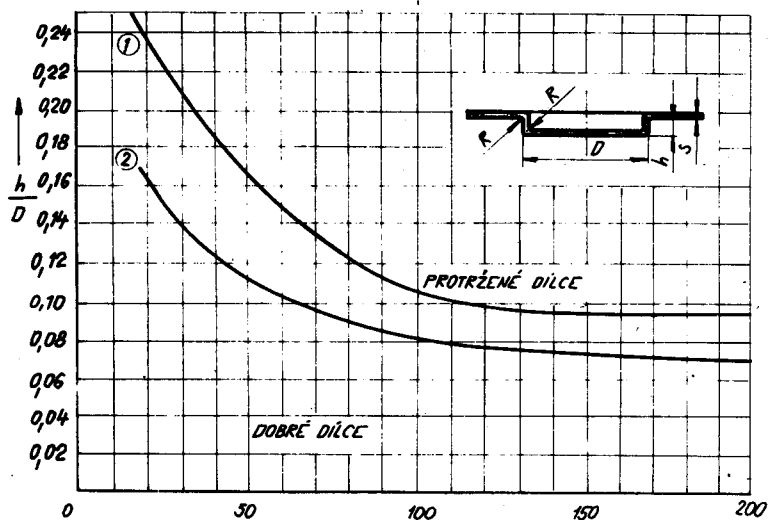
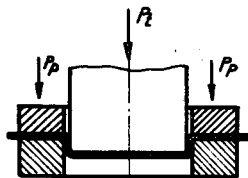
MEZNÍ STUPEŇ ZAKRUŽOVÁNÍ PROFILŮ S VYPÍNÁNÍM
(PŘÍRUBA DOVNITŘ)



PLATÍ PRO MATERIÁL:
NEREZ ČSN 17241
ČSN 17246
PLATÍ PRO PROFILY L, U A PODOBNÉ
VYSRAFOVANÁ PLOCHA VYŽADUJE VĚTŠÍ RUCNÍ PRÁCI

TAB. 25

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ VÁLCOVÝCH PROLISŮ
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

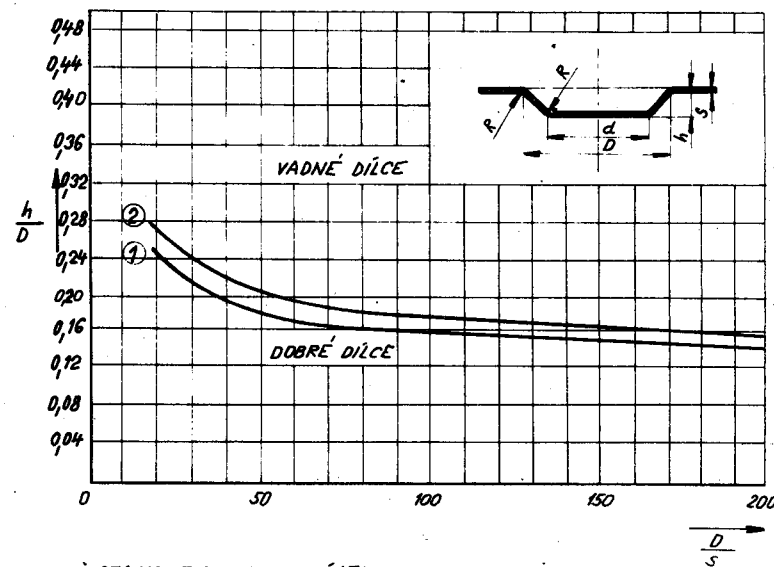
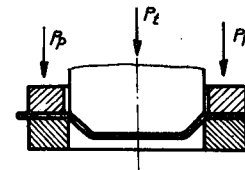
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPY ČSN 11320 A POD.

① PLATÍ PRO $R = (7 \div 10) s$

② PLATÍ PRO $R = (3 \div 5) s$

TAB. 26

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ KUŽELOVÝCH PROLISŮ $K = \frac{d}{D} = 0,9$
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

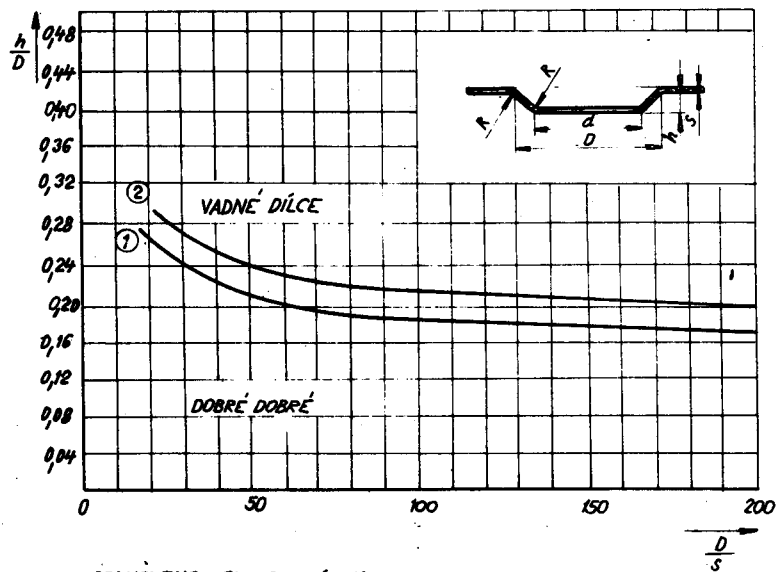
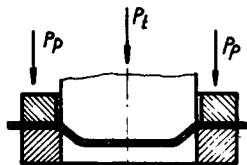
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPY ČSN 11320 A POD.

① $R = (3 \div 5) s$

② $R = (7 \div 10) s$

TAB. 27

MEZNI STUPEŇ TAŽENÍ KUŽELOVÝCH PROLISŮ - KUŽELOVITOST $K = \frac{d}{D} = 0,7$
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

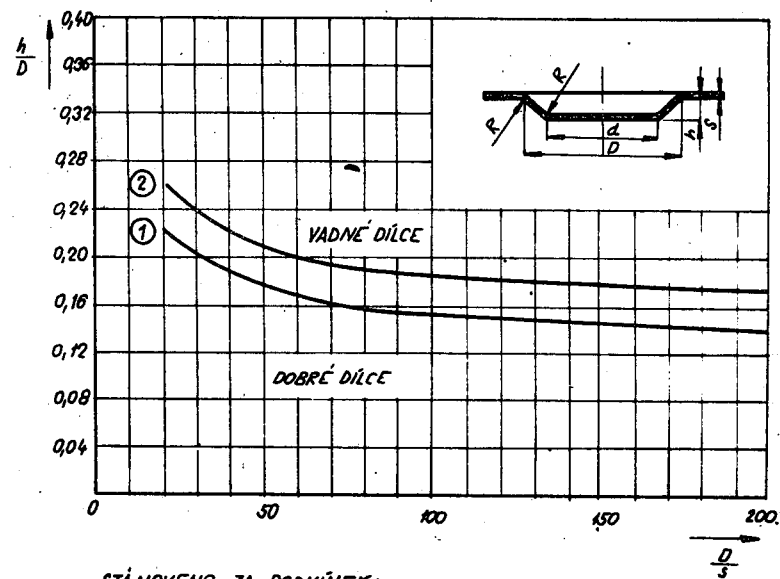
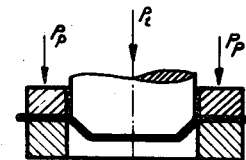
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD.

① $R = (3 \div 5)s$

② $R = (7 \div 10)s$

TAB. 28

MEZNI STUPEŇ TAŽENÍ KUŽELOVÝCH PROLISŮ - KUŽELOVITOST $K = \frac{d}{D} = 0,6$
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

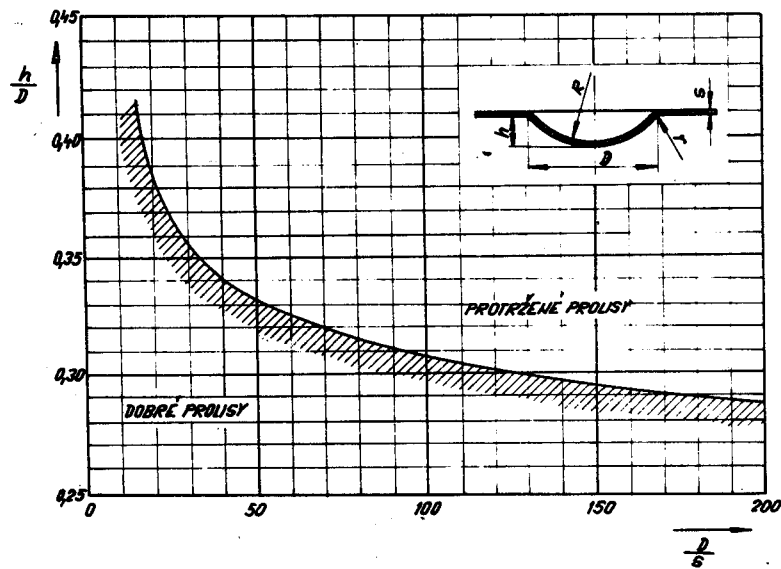
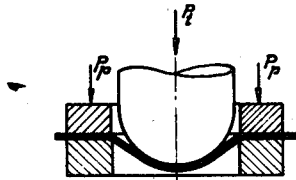
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD.

① $R = (3 \div 5)s$

② $R = (7 \div 10)s$

TAB. 29

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ KULOVÝCH PROLISŮ
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK :

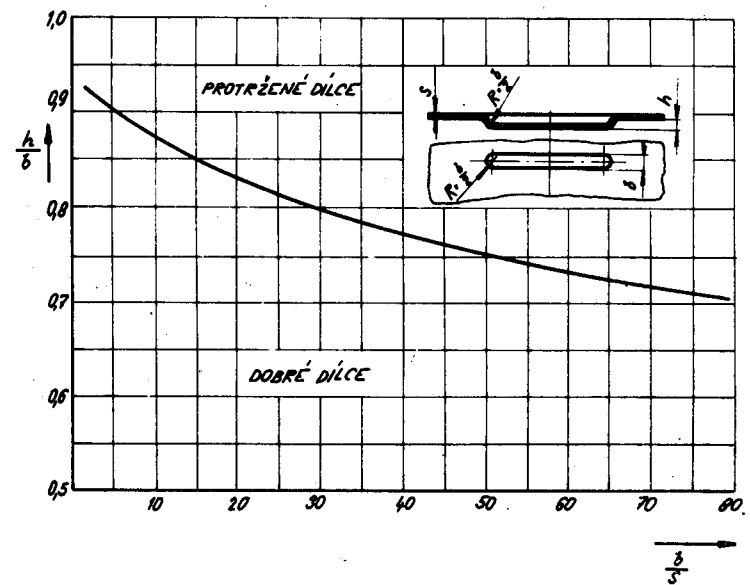
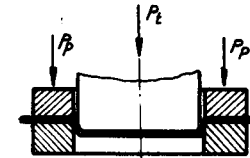
$R = 0,5D$

$r = (3 \div 10)h$

MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD.

TAB. 30

MEZNÍ STUPEŇ TAŽENÍ LINEÁRNÍCH PROLISŮ
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



STANOVENO ZA PODMÍNEK :

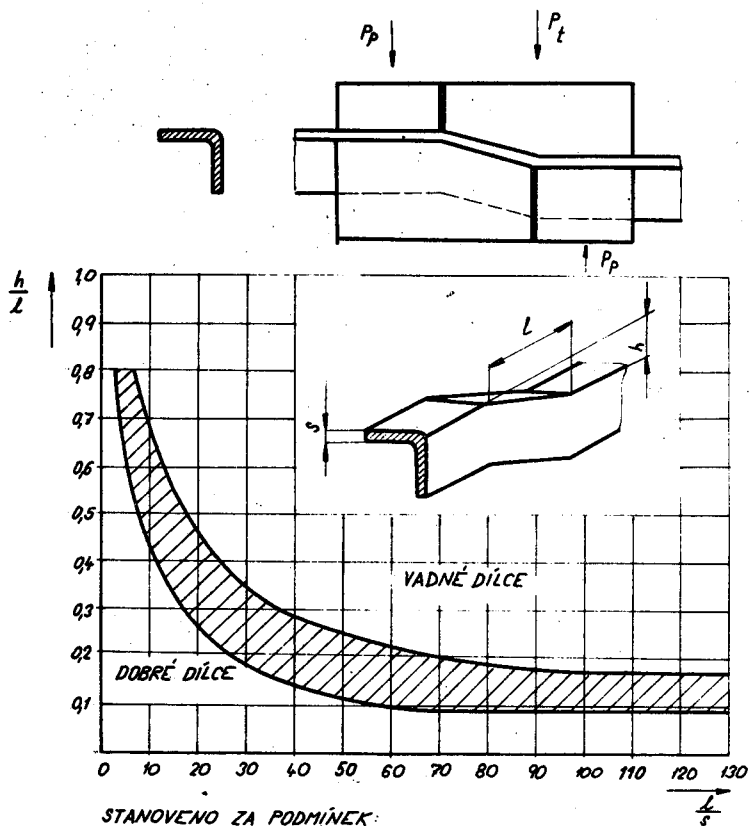
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD.

$b = 10 - 30 \text{ mm}$

PRO UKONČENÍ PROLISU MÍRNĚJŠÍM PŘECHODEM DO ROVINY PLECHU NEŽ POLOKULOVÝM PODLE OBRÁZKU MOHOU BÝT DOSAŽITELNÉ DEFORMACE $\frac{h}{b}$ AŽ O 15% VĚTŠÍ.

TAB. 31

MEZNÍ STUPEŇ PROSAZOVÁNÍ L PROFILŮ LISOVÁNÍM



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

L PROFILY VÁLCOVANÉ ZATEPLA, ZA STUDENA A PROTlačOVANÉ

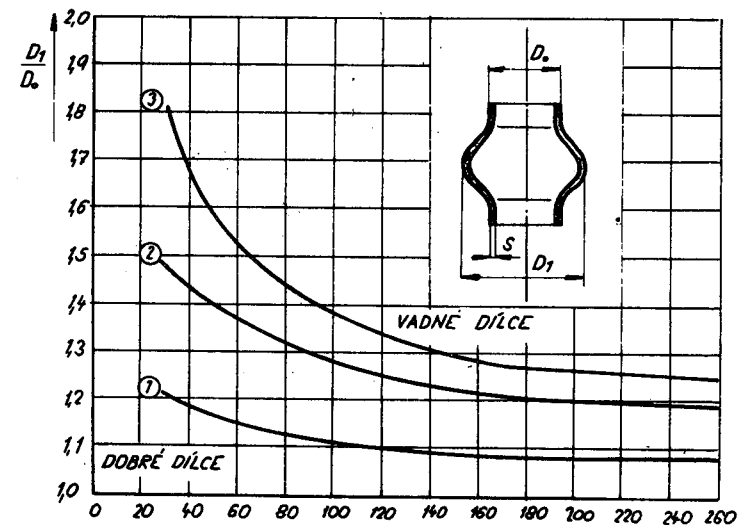
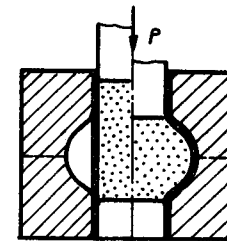
MATERIÁL: OCEL 11320 A POD, NERAZ 17241 A POD.

DURAL ČSN 424201 424203, VŠE VE STAVU MEKKÉM, NEZPEVNĚNÉM A NEVYTVRZENÉM.

POZNÁMKA: VE VÝŠRAFOVANÉ OBLASTI JE MOŽNÁ VYŠŠÍ ZMETKOVITOST NEBO JE POTŘEBNĚ RUČNÍ DOKONČOVÁNÍ.

TAB. 32

MEZNÍ STUPEŇ VYBOULOVÁNÍ VÁLCOVÝCH PLOCH GUMOU NEBO KAPALINOU



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD.

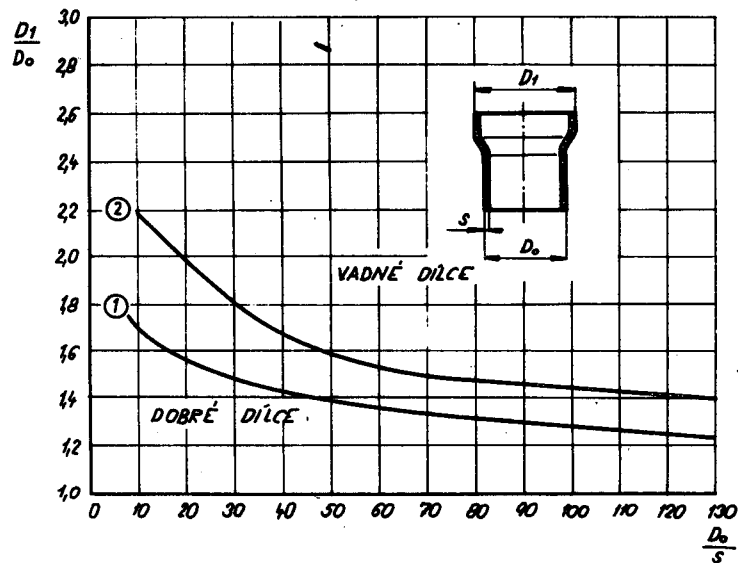
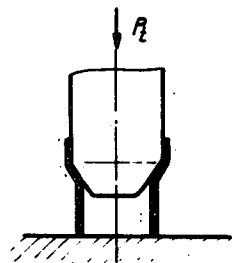
① VÁLCOVÝ POLOTOVAR NEŽÍHANÝ

② VÁLCOVÝ POLOTOVAR VŽÍHANÝ

③ HRANICE PRO VÁLCOVÝ POLOTOVAR VŽÍHANÝ PŘI SOUČASNÉM OSOVÉM ZTLAČOVÁNÍ POLOTOVARŮ V PRŮBĚHU VYBOULOVÁNÍ

TAB. 33

MEZNI STUPEŇ ROZŠÍŘOVÁNÍ VÁLCOVÝCH PLOCH LISOVÁNÍM



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

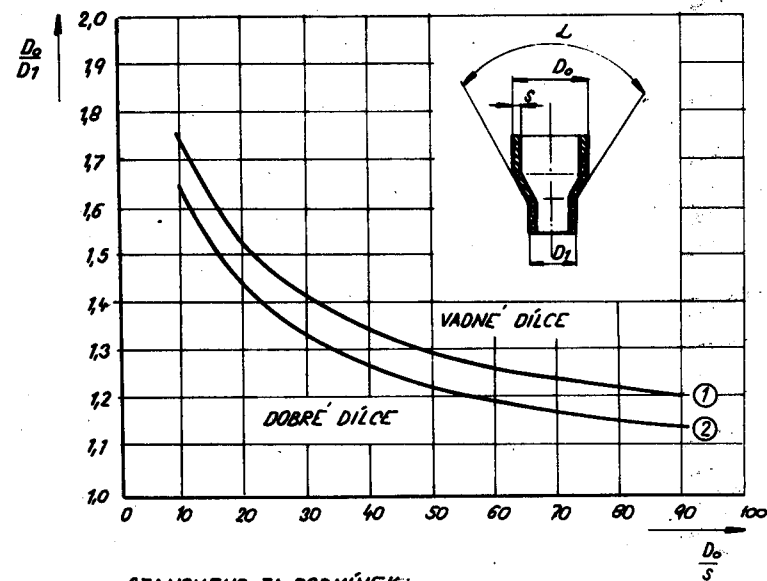
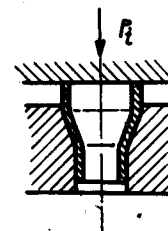
MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD,
VYŽÍHANÝ

① ROZŠÍŘOVANÝ OKRAJ OSTRÍŽENÝ

② ROZŠÍŘOVANÝ OKRAJ PO OSTRÍŽENÍ ZAROVNÁN A ZACÍŠTĚN

TAB. 34

MEZNI STUPEŇ ZUŽOVÁNÍ VÁLCOVÝCH PLOCH LISOVÁNÍM



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÝ OCELOVÝ PLECH TYPU ČSN 11320 A POD.

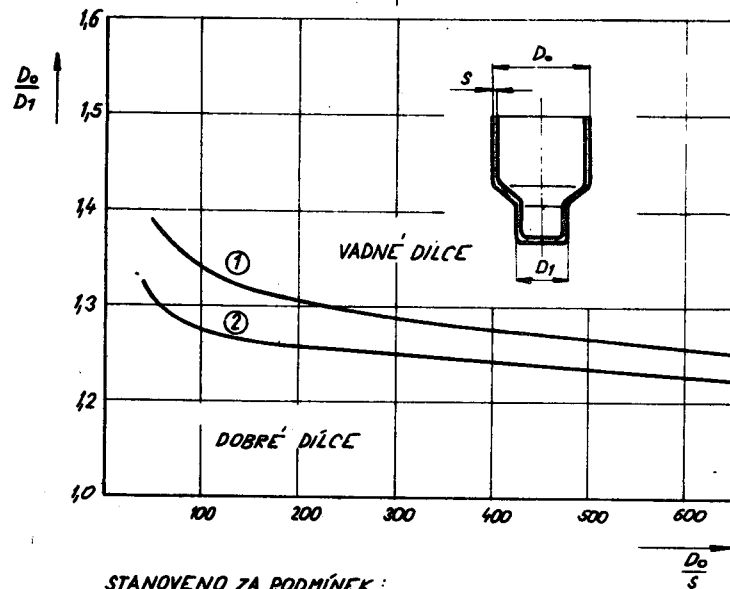
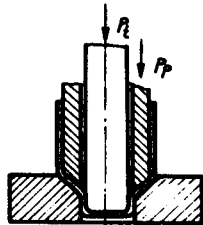
1s 63 VE STAVU MĚKKÉM

① PLATÍ PRO ÚHEL $L = 20^\circ$

② PLATÍ PRO ÚHEL $L = 40^\circ$

TAB. 35

MEZNI STUPEŇ ZUŽOVÁNÍ VÁLCOVÝCH PLOCH SE DNEM
(TAŽENÍ S PŘIDRŽOVAČEM)



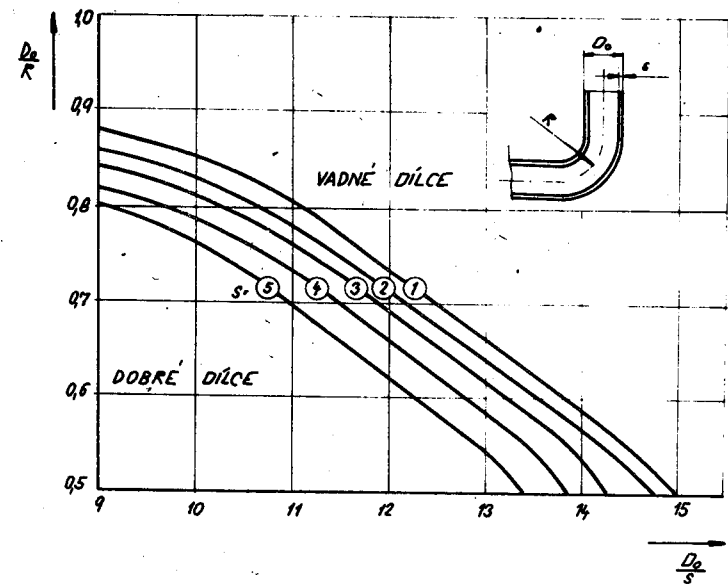
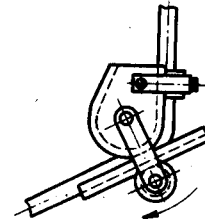
STANOVENO ZA PODMÍNEK:

MATERIÁL: HLUBOKOTAŽNÍ OCELOVÝ PLECH ČSN 11320 A POD.

- ① VÁLCOVÝ POLOTOVAR VYŽÍHANÝ
- ② VÁLCOVÝ POLOTOVAR NEŽÍHANÝ

TAB. 36

MEZNI STUPEŇ OHÝBÁNÍ TRUBEK NA ŠABLONĚ BEZ TRNU



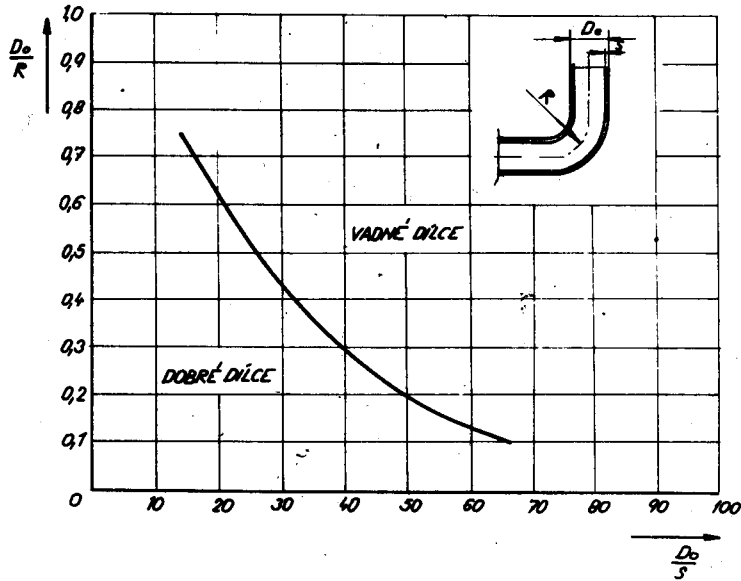
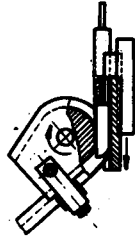
STANOVENO ZA PODMÍNEK:

MATERIÁL: BEZEŠVÉ TRUBKY, NÍZKOHLÍKOVÁ OCEĽ TYPU ČSN 11320 A POD.

PRO HODNOTY $\frac{D_0}{s} > 14$ JE VHDNĚJŠÍ OHÝBÁNÍ S TRNEM.

TAB. 37

MEZNI STUPEŇ OHÝBÁNÍ TRUBEK NA ŠABLONĚ S TRNEM NEBO S VÝPLNÍ



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

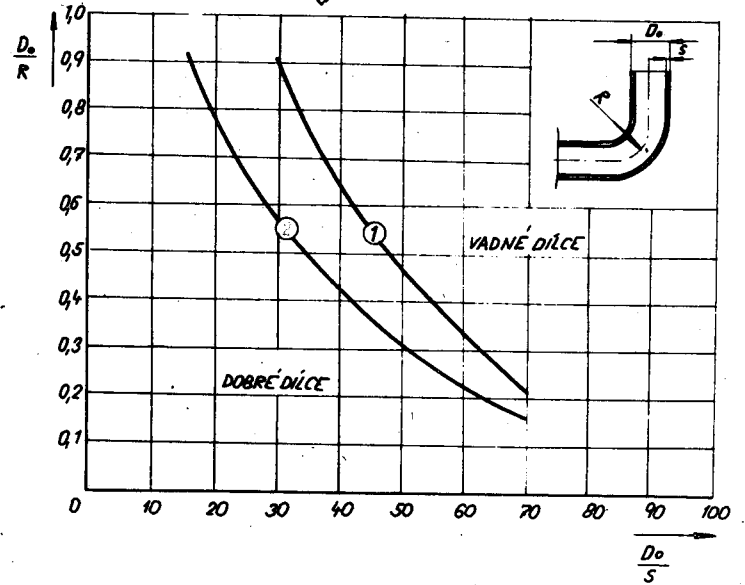
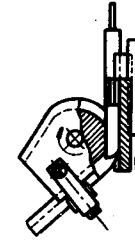
MATERIÁL: BEZEŠVÉ TRUBKY, OCEL TYPU ČSN 11320 A POD, STAV MĚKKÝ

PLATÍ PRO TLOUŠŤKY $s = 0,8 - 6 \text{ mm}$

PRO HODNOTY $\frac{D_0}{s} < 14$ MOŽNO POUŽIT OHÝBÁNÍ BEZ TRNU

TAB. 38

MEZNI STUPEŇ OHÝBÁNÍ TRUBEK NA ŠABLONĚ S TRNEM NEBO S VÝPLNÍ



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

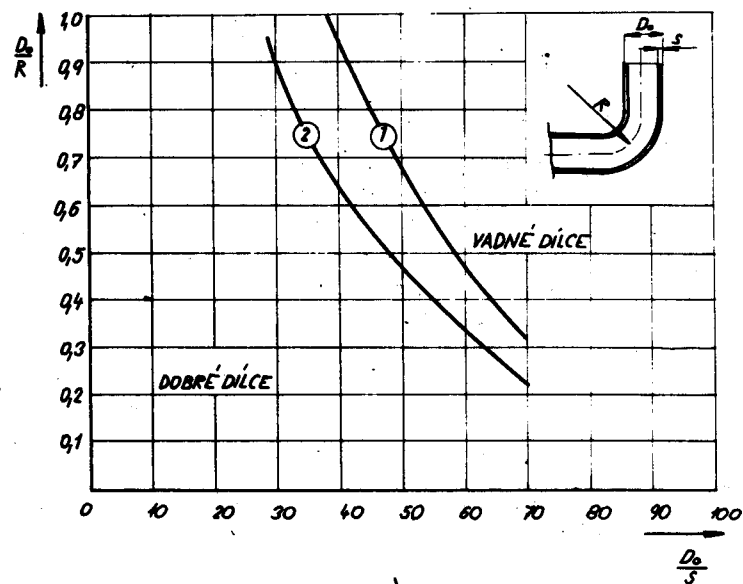
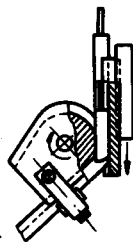
MATERIÁL: MOSAZ M₆₃ A HLINÍK AL 99,5 VE STAVU MĚKKÉM

PLATÍ PRO TLOUŠŤKY $s = 0,8 - 6 \text{ mm}$

- ① OHÝBÁNÍ S CLÁNKOVÝM TRNEM NEBO S VÝPLNÍ
- ② OHÝBÁNÍ S PEVNÝM TRNEM

TAB. 39

MEZNI STUPEŇ OHÝBÁNÍ TRUBEK NA ŠABLONĚ S TRNEM NEBO S VÝPLNÍ



STANOVENO ZA PODMÍNEK:

MARIÁL: MEĎ Cu VE STAVU MĚKKÉM

PLATÍ PRO TLOUŠŤKY $s = 0,8 - 6 \text{ mm}$

- ① OHÝBÁNÍ S ČLÁNKOVÝM TRNEM NEBO S VÝPLNÍ
- ② OHÝBÁNÍ S PEVNÝM TRNEM